

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Maja Špoljarić, apsolvant

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo

smjer: Zaštita bilja

Utjecaj eteričnih ulja na razvoj fitopatogenih gljiva

Diplomski rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Maja Špoljarić, apsolvant

Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo

smjer: Zaštita bilja

Utjecaj eteričnih ulja na razvoj fitopatogenih gljiva

Diplomski rad

Povjerenstvo za obranu diplomskog rada:

1. Izv. prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Jasenka Čosić, mentor
3. Prof. dr. sc. Vlatka Rozman, član

Osijek, 2016.

Zahvaljujem mentorici prof.dr.sc Jasenki Čosić na pomoći, strpljenju, razumijevanju i ukazanom povjerenju tijekom studija, a osobito pri izradi ovog rada. Posebnu zahvalu izražavam suprugu Mirku i sinu Gabrielu, hvala mojim roditeljima, bratu i sestri na stalnoj moralnoj podršci tijekom studija.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Eterična ulja.....	3
3. Inhibitorni učinci eteričnih ulja iz ljekovitih biljaka na rast fitopatogenih gljiva.....	9
4. Zaključak.....	20
5. Literatura.....	21
6. Sažetak.....	29
7. Summary.....	30
Temeljna dokumentacijska kartica.....	31
Basic documentacion card.....	32

1. Uvod

Sintetički fungicidi koji se koriste u borbi protiv fitopatogenih gljiva mogu doprinijeti povećanju uroda i kvaliteti usjeva, međutim, povećana uporaba fungicida može dovesti do razvoja rezistentnih izolata (Staub, 1991.) kao i do akumulacije rezidua u hrani iznad dopuštene propisane količine (El-Nahhal, 2004.). Alternativa kemijskim fungicidima je primjena različitih spojeva i ekstrakata dobivenih iz biljaka (Kishore i Pande, 2004.) kao što su eterična ulja i njihove komponente.

Sve veće ograničenje uporabe sredstava za zaštitu bilja, uključujući i fungicide, proizašlo je iz brige za okoliš i zdravlje konzumenata, a zbog njihove redovite, često i prekomjerne uporabe, kao i neprovođenja mjera dobre poljoprivredne prakse dovelo je do vrlo intenzivnog istraživanja mogućnosti iznalaženja alternativnih ekoloških prihvatljivih fungicida (Staub 1991; Kohl i Fokkema 1998; Zhou i Boland 1998). Stoga je interes za sekundarnim metabolitima iz ekstrakata bilja i poglavito eteričnih ulja kao potencijalnih antimikrobnih agensa za uporabu u konzerviranju hrane, zaštiti usjeva i farmaceutskim primjenama porastao za vrijeme prethodnog desetljeća (Isman 2000; Burt 2004). Nadalje, brzi će porast za potražnjom organski proizvedenog voća i povrća povećati potrebu za prirodnim pesticidima poput eteričnih ulja. U novije je vrijeme provedeno mnogo istraživanja o antifungalnim aktivnostima eteričnih ulja protiv gljivičnih patogena (Kalemba i Kunicka 2003).

Više od 1300 biljnih vrsta potencijalni su izvori spojeva koji imaju antimikrobno djelovanje (Wilkins i Board, 1989.). Brojni znanstvenici istraživali su utjecaj eteričnih ulja i njihovih spojeva na porast micelija različitih gljiva i plijesni koje mogu uzrokovati kvarenje proizvoda i različite bolesti kod biljaka, ljudi i životinja (Pitno i sur., 2009.) Eterična ulja mogu se također upotrijebiti za zaštitu drva i drvnih proizvoda prilikom njihovog čuvanja te u graditeljstvu. Plijesan predstavlja potencijalni rizik za zdravlje u prostorima izgrađenima od drveta, a primjena kemijskih fungicida pri kontroliranju rasta plijesni nije adekvatna prilikom uporabe u zatvorenim prostorima prvenstveno zbog njihove otrovnosti (Yang i Clausen, 2007.).

Utvrđeno je da mnoga eterična ulja i njihovi spojevi inhibiraju rast micelija brojnih fitopatogenih gljiva (Lee i sur., 2007.). Utvrđeno je da eterična ulja također mogu utjecati

na smanjenje produkcije mikotoksina, kao što su zearalenon, deoksinivalenol i fumonizin B1 (Velluti i sur., 2003., Velluti i sur., 2004., Marín i sur., 2004.).

Mehanizam djelovanja eteričnih ulja i njihovih komponenti temelji se pretežno na njihovom utjecaju na staničnu membranu gljiva, odnosno uništavanju njezine strukture što dovodi do smrti stanice, blokiranju izgradnje stanične membrane te inhibiciji klijanja spora, rasta micelija i staničnog disanja (Harris, 2002.).

2. Eterična ulja

Eterična ulja su koncentrirani prirodni proizvodi aromatičnih biljaka intenzivnog mirisa koja se upotrebljavaju još od davne prošlosti u alternativnoj medicini. Ona u sebi sadrže niz sastojaka koji mogu zaustaviti ili usporiti rast bakterija i drugih mikroorganizama (Bakkali i sur., 2008). To su hlapive aromatske koncentrirane hidrofobne uljne tekućine koje se dobivaju iz raznih dijelova biljaka kao što su cvjetovi, pupoljci, sjemenke, listovi, grančice, kora, drvo, plodovi i korijen. Eterična ulja obično su terpenoidi odgovorni za miris i okus povezani s biljem, začinima i parfemima, a nazivaju se i hlapljivim uljima jer lako isparavaju u zrak. Glavni sastojci eteričnih ulja su mono i seskviterpeni uključujući ugljikohidrate, fenole, alkohole, etere, aldehide i ketone odgovorne za biološku aktivnost kao i njihov miris. Fenolni spojevi prisutni u eteričnim uljima također su poznati kao antimikrobne bioaktivne komponente. Za razne biljne materijale smatra se da imaju antigljivično djelovanje i mnoga eterična ulja dokazano posjeduju takvo djelovanje bez nuspojava za ljude i životinje. Izbor biljaka za analizu temeljio se na tradicionalnoj uporabi za liječenje zaraznih bolesti. Međutim, dostupni su samo ograničeni podaci o antigljivičnom djelovanju eteričnih ulja protiv ljudskih patogena i biljnih gljivičnih patogena. U prošlosti gljivične vrste roda *Aspergillus*, *Fusarium* i *Alternaria* smatrale su se glavnim biljnim patogenima u svijetu. Općenito, biljna eterična ulja i ekstrakti smatraju se nefitotoksičnim spojevima i potencijalno su učinkoviti protiv velikog broja mikroorganizama (Sahin i sur., 2004).

Kako bakterije imaju mogućnost razvijanja otpornosti na antibiotike ne začuđuje činjenica kako je utjecaj eteričnih ulja na rast i razvoj različitih mikroorganizama već duži niz godina tema znanstvenih istraživanja. Takva istraživanja pokušavaju pronaći druga rješenja koja bi se mogla primijeniti za prevenciju i liječenje bakterijskih bolesti. Važna prednost eteričnih ulja jest to što nisu štetna za okoliš te jednostavnost njihove primjene. Nazzaro i sur. (2013.) u svojem su istraživanju naveli kako antimikrobna aktivnost eteričnih ulja i mehanizam njihova djelovanja ovise o njihovim sastojcima te na njih mogu djelovati na nekoliko načina, primjerice djelovanjem na membranu ili citoplazmu bakterija (Kalemba i Kunick, 2003.) Najjača antimikrobna svojstva u velikom broju slučajeva pokazala su eterična ulja timijana, origana, metvice, cimetovca, kadulje i klinčića. U istraživanju Oussalah i sur. (2005.) o utjecaju 28 različitih eteričnih ulja na razvoj bakterija *Escherichia coli* T. Escherich, *Salmonella typhimurium* Loeffler, *Staphylococcus aureus* Rosenbach i

Listeria monocytogenes Murray najbolja antimikrobna svojstva pokazala su eterična ulja: mravinac španjolski, cimetovac list, cimetovac list – kineski, primorski vrisak i origano. Prema posljednjem istraživanju Posavac i sur. (2014.) o utjecaju 12 eteričnih ulja na porast fitopatogene gljive *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid najbolje rezultate (nakon šest dana djelovanja) pokazalo je eterično ulje timijana, dok su vrlo slab antifungalni učinak imala eterična ulja lavande, gorke naranče i bora. U velikom broju istraživanja (Sivropoulou i sur., 1996.; Marino i sur., 1999.; Unlu i sur., 2010.) eterična ulja timijana, origana i cimetovca pokazala su dobro antifungalno djelovanje na različite mikroorganizme.

Svako se eterično ulje sastoji od nekoliko glavnih i više desetaka sporednih komponenti. Analiza eteričnih ulja vrši se pomoću plinske kromatografije (GC – gas chromatography) te kombinacije plinske kromatografije i masene spektrometrije (CG- mass spectrometry (MS) (Iacobelis i sur., 2005.).

Yang i Clausen (2007.) ispitivali su antifungalno djelovanje sedam eteričnih ulja i njihov utjecaj na inhibiciju rasta gljiva *Aspergillus niger* van Tieghen, *Trichoderma viride* Pers. i *Penicillium chrysogenum* Thom. koristeći dvije različite metode. Ulja timijana (*Thymus zygis* L.) i egipatskog geranija (*Pelargonium graveolens* L. Herit.) inhibirala su rast svih ispitivanih gljiva tijekom 20 tjedana prilikom uporabe metode namakanja komada drveta u eterično ulje, međutim nisu djelovala inhibitorno prilikom uporabe metode u kojoj je gljiva izložena isparavanjima eteričnih ulja. Stoga se pretpostavlja da je moguće da monoterpeni koji čine eterično ulje inhibiraju klijanje spora ili vegetativni rast prilikom kontakta s gljivom. Autori pretpostavljaju da iako sva ispitivana ulja sadrže ketone u različitim količinama, inhibitorno djelovanje pojedinog ulja rezultat je djelovanja specifičnog ketona ili kombinacije komponenata koji se nalaze u ulju. Ulje ružmarina prema Suhr i Nielsen (2003.) imalo je slab inhibitorni učinak na različite plijesni (*Aspergillus* sp., *Penicillium* sp.) prilikom uporabe metode direktne primjene ulja, dok je prilikom primjene metode isparavanja ulje pokazalo dobar inhibitorni učinak.

Inhibitorni učinak pojedinog eteričnog ulja može ovisiti o metodi koja se primjenjuje pri ispitivanju. Ulja koja se sastoje od velikih fenolnih spojeva kao što su timol i eugenol imaju bolji učinak pri direktnoj primjeni, dok ulja koja sadrže manje nefenolne hlapive spojeve, kao primjerice citral i limonen, najbolje se primjenjuju metodama gdje je gljiva izložena isparavanjima eteričnog ulja.

Kombinacija različitih eteričnih ulja ili njihovih komponenti često je učinkovitija od djelovanja pojedinih komponenti kada treba kontrolirati više različitih gljiva, stoga je potrebno ispitati sinergiju među eteričnim uljima. U istraživanju Yang i Clausen (2007.) kombinacija ulja timijana i čajevca imala je manji inhibitorni učinak nego primjena samo ulja timijana, stoga je zaključeno da u ovoj kombinaciji ulja nema sinergije, nego naprotiv, čini se da ulje čajevca umanjuje antifungalna svojstva ulja timijana. Cardwell i Dongo (1994.) ispitivali su utjecaj ekstrakata iz devet biljaka na rast micelija gljive *Aspergillus flavus* L. Pojedine biljke odnosno njihovi dijelovi i ekstrakti različito su utjecali na rast micelija: inhibirali su, nisu inhibirali ili su poticali rast micelija. Sušeni plodovi biljaka *Xylopi aethiopica* (Dunal) A. Rich. i *Tetrapleura tetraptera* Taub. poticali su rast micelija, dok svjetli listovi biljke *Piper guineense* Schumach. nisu značajno inhibirali rast micelija, međutim, kombinacija sušenog sjemena biljaka *X. aethiopica* i *P. guineense* potpuno je inhibirala rast micelija.

Minimalna inhibitorna količina (MIK) ulja timijana pri suzbijanju rasta *Candida albicans* (Robin) Berkhout, *A. flavus*, *T. viride*, *Auerobasidium pullulans* (de Bary) G. Arnaud, *Microsporum gypseum* (E. Bodin) Guiart & Grigoraki iznosi 5 µl (Amvam Zollo i sur., 1998.).

Eterično ulje klinčićevca (*Eugenia caryophyllus* (Spreng.) Bullock & S.G.Harrison) s visokom koncentracijom eugenola (85,3%) pokazalo je inhibitorno djelovanje na vrste roda *Aspergillus* i *Candida* (Pitno i sur., 2009.), te na *A. flavus*, *Penicillium roqueforti* Thom, *P. corylophilum* Dierck., *Eurotium repens* de Bary i *Endomyces fibuliger* Lindner (Suhr i Nielsen, 2003.).

Ulje limunske trave (*Cymbopogon citratus* (L.) Spreng.) i njegova glavna komponenta citral imaju jako antifungalno djelovanje na vrste roda *Candida*, posebice na *C. albicans* (Silva i sur., 2008.).

Eterično ulje anisa (*Pimpinella anisum* L.) djeluje inhibitorno na *A. niger* i *A. parasiticus* Speare (Özcan i Chalchat, 2006.), vrste iz roda *Candida*, *Trichophyton* i *Microsporum*, dok pozitivno djeluje na rast *Geotrichum spp.* (Kosalec i sur., 2005.).

Brojni autori utvrdili su djelovanje eteričnih ulja na porast micelija različitih fitopatogenih gljiva, bilo da ono djeluje antifungalno ili promovira rast micelija gljive.

Antifungalno djelovanje eteričnih ulja tri vrste roda *Pinus* (*P. ponderosa* Douglas ex C.Lawson, *P. resinosa* Sol. ex Aiton i *P. strobus* L.) na rast tri vrste gljiva roda *Fusarium* (*F. culmorum* W.G. Smith, *F. solani* (Mart.) Sacc. i *F. poae* Peck) ispitivali su Krauze-Baranowska i sur. (2002.). Ulje *P. ponderosa* imalo je najjače antifungalno djelovanje na sve tri vrste roda *Fusarium* i to pri najnižoj koncentraciji (2%). Ulja vrsta *P. resinosa* i *P. strobus* također su inhibirala rast sve tri *Fusarium* vrste, ali u manjoj mjeri. Za različito antifungalno djelovanje ulja odgovorna je njihova kemijska kompozicija. Naime, ulja *P. resinosa* i *P. strobus* sadržavala su veće količine β -pinena (42,4% odnosno 45,7%) od ulja *P. ponderosa* (7,9%) čiji su dominantni spojevi α -pinen (17,7%) i germakren D (12,2%). Ulje s najmanje ugljikovodičnih monoterpena (*P. strobus*) pokazalo je najslabije antifungalno djelovanje.

Prema Huang i sur. (2010.) spoj anetol, koji je glavna komponenta anisa, izoliran iz biljke *Illicium verum* Hook (zvjezdoliki anis), ima antifungalno djelovanje na rast micelija gljiva *F. graminearum* Schw. te *F. oxysporum* Schlecht. emend. Snyder & Hansen (f. sp. *cucumerinum*, f. sp. *lycopersici*, f. sp. *vasinfectum*). Eterično ulje komorača (*Foeniculum vulgare* Mill.) čija je glavna komponenta također anetol (70%) djeluje inhibitorno na *F. graminearum* i *F. moniliforme* (Singh i sur., 2006.).

Eterična ulja kumina (*Cuminum cyminum* L.), limunske trave (*C. citratus*), limunskog eukaliptusa (*Eucalyptus citriodora* Hook), origana (*Origanum vulgare* L.) te timijana (*T. vulgaris*) inhibirala su rast gljive *F. oxysporum* u iznosu 62%, 66%, 57%, 70% odnosno 76%. Ulje origana inhibitorno je djelovalo i na rast micelija gljiva *Botrytis cinerea* Pers. te *Pythium ultimum* Trow., međutim brojna druga eterična ulja kao što su lavanda (*Lavandula spica* Cav.), metvica (*Mentha piperita* L.), bor (*Pinus sylvestris* L.), ružmarin (*Rosmarinus officinalis* L.), kadulja (*Salvia lavendulifolia* Vahl., *S. sclarea* L.) nisu imala nikakav inhibitorni učinak na rast micelija ispitivanih gljiva (Lee i sur., 2007.). S druge strane, Farshbaf Moghadam i sur. (2004.) utvrdili su značajnu antifungalnu aktivnost ulja metvice na *F. oxysporum* f. sp. *ciceri*.

Ulja cimeta, klinčičevca te spoj eugenol djeluju inhibitorno na rast micelija *F. oxysporum* f. sp. *ciceri*, dok spojevi limonen i linalol nisu dobri inhibitori (Kishore i sur., 2007.).

Prema Zambonelli i sur. (1996.) ulja metvice i timijana imaju dobar inhibitorni učinak na rast micelija gljive *F. solani*, kao i vodeni i alkoholni ekstrakti kima (Dawar i sur., 2008.).

Veliki broj vrsta roda *Fusarium* značajni su proizvođači mikotoksina. Mikotoksini su sekundarni metaboliti koje proizvode gljive te mogu uzrokovati brojne bolesti kod ljudi i životinja, a u ekstremnim slučajevima čak i smrt (Bennet i Klich, 2003.). Prema Shephard i sur. (2000.) *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg i *F. proliferatum* (Mats.) Nirenberg najznačajniji su proizvođači mikotoksina fumonizina B1 koji je najčešći kontaminant kukuruza. *F. dlamini* Marasas et al. i *F. anthophilum* (A. Brown) Wollenw. također mogu biti značajni proizvođači fumonizina B1 (Nelson i sur., 1992.). Proizvodnja mikotoksina zearalenona i deoksinivalenola većinom se povezuje s gljivom *F. graminearum*. Gljiva proizvodi oba mikotoksina na kukuruzu i riži (Greenhalgh i sur., 1983.). Velluti i sur. (2003.) ispitivali su utjecaj pet eteričnih ulja (cimet, klinčićevec, limunska trava, origano i palmarosa) na rast micelija gljive *F. proliferatum* i proizvodnju mikotoksina fumonizina B1 pri različitim temperaturama i količini vode u zrnu kukuruza. Pri većoj količini vode te na temperaturama 20 °C i 30 °C svih pet ulja imalo je dobar inhibitorni učinak na rast micelija, međutim pri nižoj količini vode u zrnu i višoj temperaturi, ulja limunske trave i palmarose nisu inhibirala rast gljive, nego su štoviše utjecala pozitivno na rast micelija. Proizvodnja fumonizina B1 bila je ovisna o količini vode u zrnu kukuruza, pa je pri većoj količini vode i nižoj temperaturi bila i veća produkcija mikotoksina. Ulja cimeta, origana i palmarose imala su inhibitorni učinak na produkciju fumonizina B1 pri većoj količini vode i na obje temperature, dok su ulja limunske trave i klinčičevca inhibirala produkciju pri višoj temperaturi. Nijedno ulje nije imalo značajan inhibitorni učinak na proizvodnju fumonizina pri manjoj količini vode u zrnu. Pretpostavlja se da veća količina vode omogućava eteričnom ulju bolje prodiranje u zrno (Paster i sur., 1995.). Iako je glavna komponenta ulja klinčičevca i cimeta eugenol, njihov inhibitorni učinak na proizvodnju mikotoksina nije bio isti. Stoga se može pretpostaviti da i druge komponente ulja imaju značajnu inhibitornu ulogu, odnosno da se radi o sinergističkom djelovanju. Svih pet eteričnih ulja inhibiralo je rast micelija *F. verticillioides* pri obje testirane temperature (20 °C i 30 °C) i količine vode (0.95 i 0.995) u zrnu kukuruza. Međutim, proizvodnja fumonizina B1 inhibirana je samo pri višoj temperaturi i većoj količini vode (Velluti i sur., 2004.). Svih pet ulja imalo je bolji inhibitorni učinak na rast micelija gljive *F. graminearum* pri većoj količini vode u zrnu (Velluti i sur., 2004.). Ulje origana imalo je najbolji učinak pri inhibiranju proizvodnje mikotoksina zearalenona. Glavna komponenta ovog ulja je fenol karvakrol (70%) za koji se smatra da ima antifugalna svojstva. Sva su ulja dobro inhibirala proizvodnju mikotoksina deoksinivalenola. Prema Marín i sur. (2004.) inhibitorni učinak eteričnih ulja na proizvodnju mikotoksina drugačiji je pri

primjeni na nesteriliziranim zrnima kukuruza. Ulje origana povećava proizvodnju zearlenona te iako sva ulja inhibiraju proizvodnju deoksinivalenola na višim temperaturama i pri većoj količini vode, ulja origana i palmarose povećavaju proizvodnju mikotoksina pri niskoj količini vode u zrnju.



Slika 1. Eterična ulja (<https://www.google.hr/search?q=eteri%C4%8Dna+ulja>)

3. Inhibitorni učinci eteričnih ulja na rast fitopatogenih gljiva

Biljne stanice proizvode veliku količinu sekundarnih metabolita. Neki spojevi gotovo uvijek će se naći samo u određenim specifičnim biljnim organima i u određenom razvojnem stadiju biljke dok neke druge metabolite biljke produciraju, u manjoj ili većoj količini, tijekom cijele vegetacije i u različitim biljnim dijelovima. Neki sekundarni metaboliti biljke služe kao obrambeni spojevi protiv napada mikroorganizama. U ovom istraživanju Panjehkeh (2011.) istraživana je antifungalna aktivnost sedam eteričnih ulja (*Zataria multiflora* Boiss., *Thymus carmanicus* Jalas, *Mentha pieperita*, *Satureja hortensis* L., *Lavandula officinalis*, *Cominum cyminum* L., *Acalypha indica* L.) na rast micelija tri fitopatogene gljivice (*Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* i *Rhizoctonia solani* Kühn. Navedene gljive su uzročnici truleži korijena rajčice. Eterična ulja *Z. multiflora*, *T. carmanicus*, *M. pieperita*, *S. hortensis* i *C. cyminum* ekstrahirana su metodom hidrodestilacije. Preostala ulja su ekstrahirana metodom para-destilacije. Pokus je postavljen u pet ponavljanja, a svako ulje je primjenjeno u količini 300, 600 i 900 ppm. Rezultati su pokazali da su 12 dana nakon inokulacije eterična ulja *Z. multiflora*, *A. indica*, *T. carmanicus* i *S. hortensis* inhibirala 90% porast gljiva pri primjenjenoj količini 900 ppm, Minimalna inhibicijska koncentracija (MIK) eteričnih ulja *Z. multiflora*, *T. carmanicus* za *Fusarium solani* je 900 odnosno 600 ppm. MIK za navedena eterična ulja kao i za eterično ulje *S. hortensis* za gljivu *F.oxysporum* je 900 ppm. (Panjehkeh i Hossein, 2011).

Eterično ulje iz cvjetova krizantema *Chrysanthemum coronarium* L. ima dobar antifungalni učinak protiv dvanaest biljnih patogena. Glavni spojevi u ovom eteričnom ulju su kamfor, α - i β -pineni i liralil acetati. Ulje je pokazalo dobar učinak u in vitro istraživanjima te uzrokuje značajnu inhibiciju rasta hifa (Alvarez i sur. 2001.)

Dokazano je dobro antifungalno djelovanje eteričnih ulja iz tri *Artemisia* vrste (*Artemisia absinthium* L., *A. santonicum* L. i *A. spicigera* Koch) na neke važne uzročnike bolesti. Eterično ulje iz biljke *Tagetes patula* L. pokazalo je dobro antigljivično djelovanje protiv dviju fitopatogenih gljivica: *Botrytis cinerea* i *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc. te potpuno inhibira njihov porast (Bouchra i sur. 2003.). Dokazano je da dvije glavne komponente piperiton i piperitenon pokazuju dobar antifungalni učinak te su analizom strukturnih promjena u miceliju uočene značajne promjene u morfologiji hifa te je utvrđeno više mehanizama njihovog djelovanja.

Istraživanje Barkley i sur. (2006.) o utjecaju eteričnih ulja biljaka iz porodice *Asteraceae* obuhvatilo je procjenu antifungalnog djelovanja eteričnog ulja *Chrysactinia mexicana* Grag. Utvrđeno je da navedeno ulje potpuno inhibira porast micelija gljivica *Aspergillus flavus* i *Helichrysum italicum* (Roth) Don, a djelomično inhibira i porast micelija gljivice *Pythium ultimum*.

Također je dokazano (Nurhayat i sur., 2007.) i dobro inhibitorno djelovanje eteričnih ulja iz nadzemnih dijelova biljaka *Arnica longifolia* D.C.Eaton., *Aster hesperius* A. Gray. i *Chrysothamnus nauseosus* (Pallas) Britton protiv tri fitopatogene gljivice iz roda *Colletotrichum*. Ranije se otkrilo kako karvakrol ima protugljivično djelovanje protiv vrsta *Colletotrichum* (Demirci i sur. 2006.).

Eterično ulje dobiveno iz biljke *Citrus sinensis* (L.) Osbeck potpuno je inhibiralo deset važnih biljnih patogena (Sharma i sur. 2006.).

U istraživanju analizirani su kemijski sastav i protugljivično djelovanje eteričnog ulja iz biljke *Haplophyllum tuberculatum* (Forsskal). Istraživano eterično ulje je, ovisno o primjenjenoj dozi, manje ili više negativno utjecalo na porast micelija gljivica *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn i *Fusarium oxysporium*, ali nije imalo učinka na klijanje njihovih spora. Trideset različitih kemijskih pojeva čini oko 99,7% sastava navedenog ulja. Najzastupljeniji spojevi ulja su α - i β -felandren, limonen, β -ocimen, β -kariofilen i mircen (Al-Burtamani i sur., 2005.).

Eterična ulja dobivena iz biljaka *Citrus limon* (L.) Burm., *C. paradise* Macfad i *C. sinensis* pokazuju značajan antifungalni učinak na pet fitopatogenih gljivica, *Alternaria brassicicola*, *aspergillus flavus*, *fusarium moniliforme*, *pyricularia arisea* i *rhizoctonia solani* (Sharma i sur. 2006.).

Ulje bergamota (*Citrus hystrix* DC.) pokazuje antagonističko djelovanje protiv sedam vrsta rižinih patogenih gljivica *Alternaria brassicicola* (Schwein.) Wiltshire, *Aspergillus flavus*, *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker, *Fusarium verticillioides*, *F. proliferatum*, *Pyricularia arisea* i *Rhizoctonia solani*, koje imaju velik gospodarski utjecaj, i utvrđeno je da su i koncentracija i vrsta aktivne tvari važni čimbenici koji određuju njihovo potencijalno antigljivično djelovanje (Patker i sur. 1993.)

Eterična ulja iz biljaka *Mentha piperita* L. i *T. vulgaris* vrlo značajno smanjuju produkciju mikotoksina koje proizvode gljive *Aspergillus flavus* i *A. parasiticus* (Botelho i sur. 2012) Mentol i timol glavni su sastojak navedenih eteričnih ulja i pretpostavlja se da su te komponente važni nositelji antifungalnog učinka navedenih ulja.

Eterično ulje iz nadzemnih dijelova biljke *Salvia mirzayanii* Rech. F. i Esfand. Ima dobro antifungalno djelovanje protiv gljivica *Fusarium solani* i *Candida albicans* (Giordani i sur 2004). Inhibitorski učinak eteričnog ulja povećao se kada je povećana koncentracija eteričnog ulja. Glavne komponente bile su linalol, linalil acetat, α -terpinil acetat, 1,8-cineol, α -kadinol i δ -kadinen. Osnovni sastav ulja iz biljke *S. mirzayanii* pokazao je dobru antimikrobnu aktivnost protiv patogena što bi se moglo pripisati visokom udjelu glavnih komponenti poput 5-neocedranola, α -terpinil acetata, 1,8-cineola, biciklogermakrena, α -kadinena i nekih drugih sastojaka u ulju.

Pokrenuta je studija za procjenu protugljivičnog djelovanja origana (*Lippia berlandieri* Shauer) na rast i razvoj gljivica koje kontaminiraju hranu (Nevarez i sur. 2005). Eterično ulje origana djelovalo je inhibitorski prema svim testiranim gljivičnim vrstama.

Antifungalnu aktivnost eteričnih ulja nadzemnih dijelova biljaka *Lantane achyranthifolia* Desf. i *Lippia graveolens* Kunth. na gljivice *Fusarium sporotrichum*, *Aspergillus niger*, *Trichophyton mentagrophytes* i *F. moniliforme* istraživali su (Viljoen i sur. 2005.) Utvrđeno je značajno jače antifungalno djelovanje *L. graveolens* u odnosu na djelovanje *L. achyranthifolia*.

Tri dana nakon inokulacije eterična ulja *Thymus zygis*, *Mentha piperita*, *Pimpinella anisum*, *Eugenia caryophyllus* i *Cinnamomum verum* pokazuju statistički visoko značajna inhibitorna svojstva na rast micelija gljive *Macrophomina phaseolina* (Tassi.) Goid (Salmeroni sur., 1991.).

Wilson i sur. (1997.) utvrdili su u svom istraživanju kako su eterična ulja *Thymus zygis*, *Eugenia caryophyllus* i *Cinnamomum verum* pokazala vrlo značajno inhibitorno djelovanje protiv *Botrytis cinerea*. Najznačajniji sastojci eteričnih ulja su D-limonene, cineol, β -mircen, α -pinen, β -pinen i kamfor.

Pérez-Sánchez i sur. (2007.) ispitivali su utjecaj eteričnog ulja *Thymus zygis* na pet patogenih gljiva (*Pythium irregulare*, *Rhizoctonia solani*, *Colletotrichum acutatum* Simmonds, *Fusarium oxysporum* i *Sclerotinia sclerotiorum* de Bary) prilikom čega je utvrđen dobar inhibitorni učinak na sve gljive, a komponente ulja koje se povezuju s najboljim učinkom su 3-oktanol i α -terpinen.

Kumar i sur. (2007.) ispitivali su inhibitorno djelovanje eteričnog ulja *Mentha arvensis* u odnosu na neke sintetičke fungicide za fitopatogene vrste gljiva (*Aspegirus niger*, *A. fumigatus*, *Botryodiplodia theobromae* Pat., *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries, *Fusarium oxysporum*, *Helminthosporium oryzae* Breda de Haan, *M. phaseolina* i *Sclerotium rolfsii* Sacc.) u koncentraciji 0,10 mg/ml. Pri navedenoj koncentraciji eterična ulja su imala jače fungistatično djelovanje od sintetičkih fungicida. Statističkom analizom (ANOVA) zabilježena je značajna razlika u inhibitornim svojstvima pet navedenih eteričnih ulja u odnosu na kontrolu i preostalih šest eteričnih ulja (*Pinus sylvestris*, *Citrus aurantium* ssp. *amara*, *Carum carvi* L., *Lavandula angustifolia*, *Rosmarinus officinalis* i *Salvia officinalis*) za prag značajnosti od 99% ($P < 0,01$). Eterična ulja *Pinus sylvestris*, *Citrus aurantium* ssp. *amara*, *Carum carvi*, *Lavandula angustifolia*, *Rosmarinus sylvestris* i *Salvia officinalis* pokazala su, u odnosu na kontrolu, poticajna svojstva za rast micelija. Dobiveni rezultati slažu se s istraživanjem Lee i sur. (2007.) i Ravlić (2011.) gdje ulja bora i ružmarina nisu imala inhibitorni učinak na razvoj micelija više vrsta fitopatogenih gljiva. Prema Ćosić i sur. (2010.) eterično ulje gorke naranče i bora nije pokazalo nikakva inhibitorna svojstva za *Fusarium graminearum*, *F. verticillioides*, *F. subglutinans*, *F. oxysporum*, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *Diaporthe helianthi* Munt.-Cvet. et al., *D. phaseolorum* var. *caulivora*, *Phomopsis longicolla* Hobbs., *Phomopsis viticola* Sacc., *Helminthosporium sativum* Pammel, C.M. King & Bakke, *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes, *Thanatephorus cucumeris* što se slaže s dobivenim rezultatom za *M. phaseolina*.

Sclerotinia sclerotiorum je polifagna gljiva koja ima niz domaćina kao što su uljana repica, suncokret, duhan, grah, soja, leća, krastavci, rajčica, paprika, salata, neke vrsta cvijeća, ali i

mnoge korovne vrste (Bolland i Hall, 1994.). U istočnoj Hrvatskoj utvrđena je pojava *S. sclerotiorum* na vrstama *Abutilon theophrasti* Medik. i *Ambrosia artemisiifolia* L. (Jurković i Culek, 1997.) Gljiva uzokuje trulež stabljike i korijena (sin. bijela trulež) rajčice i smatra se važnom bolešću koja se prenosi tlom na više od 400 vrsta biljaka uključujući i široki spektar ekonomski važnih usjeva iz cijelog svijeta i nekoliko stakleničkih usjeva (Boland i Hall, 1994.). Ova je gljivica među najopasnijim biljnim patogenima na svijetu zbog njezinog utjecaja na količinu i kvalitetu uzgajanih biljaka i njihovih dijelova: listova, plodova ili stabljika, osobito kada je velika relativna vlažnost zraka ili kada je vlaga prisutna na površini biljke (Zhou i Boland, 1998). Patogen proizvodi strukture za preživljavanje nepovoljnih uvjeta poznate pod imenom sklerocije. Sklerocije su vegetativne strukture sastavljene od mase micelija zaštićene dobro razvijenom diferenciranom korom. Sklerocije *S. sclerotiorum* žive u tlu nekoliko godina i kada postoje odgovarajući okolišni uvjeti mogu klijati ili u začetak micelija ili u plodišta apotecije iz kojih se oslobađa velik broj spolno stvorenih askospora koje se prenose zrakom (Coley-Smith i Cooke, 1971). Sklerocije smještene blizu površine tla kliju karpogeno u apotecije. Optimalna temperatura za klijanje je od 11°C do 15°C, a vlažnost tla treba biti blizu saturacije. Na apotecijima dolazi do razvoja askusa s askosporama. Askospore bivaju izbačene u zrak iz askusa i zračnim strujanjima dospjevaju na površinu biljnih organa. Za klijanje askospora potrebna je voda koja se mora zadržati na biljnim organima 48 do 72 sata. Vitalnost spora je velika, pa tako one na temperaturama od 19°C do 24°C i pri niskoj vlažnosti zraka ostanu klijave oko 45 dana, a na 5°C do 7°C i do nekoliko mjeseci (Jurković i Ćosić, 2004.)

Danas postoji nekoliko pristupa suzbijanju uzročnika bijele truleži koji je tipičan predstavnik velikog broja patogena koji se prenose tlom. Preventivnim i kurativnim mjerama osnovni cilj je dovesti do propadanja u tlu struktura koje gljivi omogućuju preživljavanje nepovoljnih uvjeta te onemogućavanje ostvarivanja zaraze i zaustavljanje razvoja parazita u biljkama ukoliko je do zaraze došlo.

Antifungalni učinak eteričnih ulja origana (*Origanum syriacum* var. *bevanii*) i komorača (*Foeniculum vulgare*) protiv *Sclerotinia sclerotiorum* istražio je Soylu (2007.). Učinci ispitivanih ulja na morfološke strukture hifa i sklerocija proučeni su pod svjetlosnim i elektronskim mikroskopom. Oba eterična ulja imaju značajan negativni učinak na razvoj *S. sclerotiorum*. Utvrđeno je da u tlu koje je tretirano eteričnim uljima preživljavanje

sklerocija je bilo značajno slabije. Ispitivana eterična ulja su značajno smanjila rast i razvoj patogene gljive u tlu čime je povećan broj preživjelih presadnica rajčice za 69,8 %, odnosno 53,3 %. Proučavanjem morfoloških karakteristika hifa i sklerocij utvrđene su značajne morfološke promjene na navedenim strukturama. Autori zaključuju da bi tako jako smanjenje rasta micelija i održavanja vitalnosti sklerocija značajno umanjilo količinu primarnog inokuluma što bi moglo utjecati na smanjenje intenziteta pojave bolesti. Na temelju navedenih rezultata pretpostavlja se da bi se eterična ulja origana i komorača mogla biti korištena kao moguća ekološki vrlo prihvatljiva biofungicidna alternativa sintetičkim fungicidima protiv uzročnika bijele truleži, ali i brojnih drugih fitopatogenih gljivica.

Edris i Farrag (2003.), Pitarokili i sur. (2003.) i Soyly i sur. (2005.) navode da je do sada relativno mali broj istraživanja bio usmjeren na antifungalnu učinak eteričnih ulja u borbi protiv zemljišnih uzročnika biljnih bolesti. S druge strane, većina istraživanja o fungistatičnom i fungicidnom djelovanju eteričnih ulja provedena je u *in vitro* uvjetima dok je broj istraživanja provedenih u *in vivo* uvjetima vrlo mali.

U istraživanju Zhou i Boland (1998.) i Soyly i sur. (2007.) u *in vitro* i *in vivo* uvjetima ispitano je antifungalno djelovanje eteričnih ulja dobivenih iz aromatičnih biljaka origana (*Origanum syriacum* var. *bevanii*) i komorača (*Foeniculum vulgare*) protiv patogene gljive *S. sclerotiorum*. Širi su ciljevi ovog istraživanja bili istražiti antifungalne učinke eteričnih ulja na rast hifa na umjetnoj hranjivoj podlozi i na održavanje vitalnosti sklerocija *S. sclerotiorum* u tlima i procijeniti potencijalno fungistatično djelovanje navedenih eteričnih ulja u suzbijanju bolesti u *in vivo* uvjetima i utvrditi učinke eteričnih ulja na morfologiju hifa i sklerocija.

Za ekstrakciju eteričnih ulja Soyly i sur. (2007.) koristili su origano s istočnog mediteranskog područja Turske i komorač iz uzgoja s područja Antalije. Kod origana su korišteni listovi za ekstrakciju eteričnih ulja, a kod komorača sjeme. Na zraku prosušen biljni materijal (200 g) stavljen je u tikvicu za destilaciju od 5 l, a potom je dodano 3 l dvostruko destilirane vode. Eterična ulja dobivena su destilacijom na pari u trajanju od 3 sata sukladno standardnoj metodologiji. Ulja su odvojena, osušena pomoću natrijevog sulfat dekahidrata i skladištena u jantarnoj bočici na temperaturi od 4 °C do uporabe. Prosječni prinos eteričnih ulja iznosio je oko 67% u slučaju origana i 79% (v/w) u slučaju komorača. *Sclerotinia sclerotiorum* korištena u ovome istraživanju izolirana je iz

sklerocijom zaraženih stabljika rajčice koje su pokazivale tipične simptome bijele truleži. Površinski dezinficirane sklerocije stavljene su na krumpir-dekstrozni agar u Petrijeve zdjelice (slika 2.) (PDA, Merck, Germany) i dopunjene antibioticima (streptomycin sulfat i rifampicin). Zdjelice su 5 do 7 dana inkubirane na temperaturi od 20 °C da bi se micelij dobro razvio. Mali uzorak agara s razvijenim micelijem gljive odvojen je od kolonije i prebačen na novu hranjivu podlogu (PDA). Te su zdjelice inkubirane na temperaturi od 20 °C. Izolatom gljive ponovno su zaražene presadnice rajčice čime je utvrđeno da je on izrazito patogen. Kultura je održavana na PDA pri temperaturi 4 °C, a jednom mjesečno je obavljeno precjepljivanje na novu hranjivu podlogu. Čista kultura patogena pohranjena je u zbirci kultura.



Slika 2. Sklerocije na krumpir dekstroznom agaru

([http://wiki.bugwood.org/Sclerotinia_sclerotiorum_\(white_mold_of_dry_beans\)/gallery](http://wiki.bugwood.org/Sclerotinia_sclerotiorum_(white_mold_of_dry_beans)/gallery))

Iako su obadva ispitivana eterična ulja pokazala određeno fungistatično djelovanje na *S. sclerotiorum* ispitivanjem je utvrđeno da ulje komorača ima značajno bolje djelovanje u odnosu na ulje origana. Na dalje, primjena ulja isparavanjem pokazala se značajno

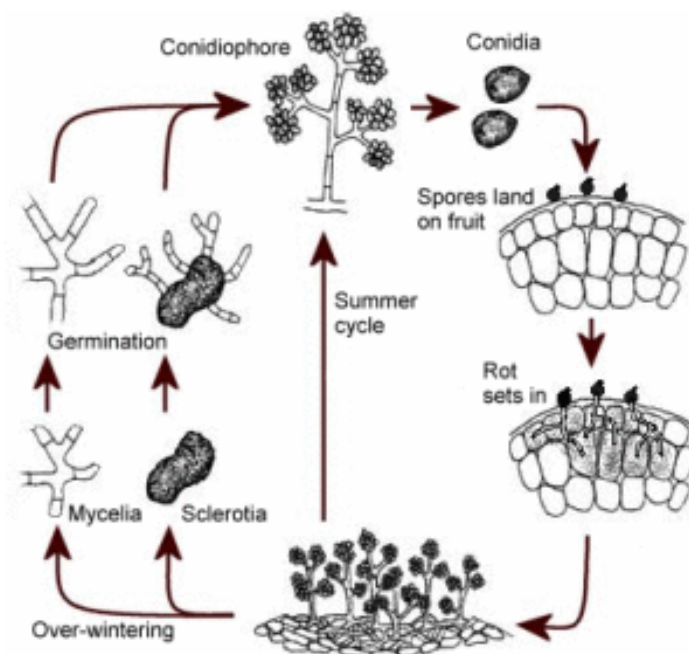
učinkovitijom u odnosu na kontaktnu primjenu ulja. Potpuna inhibicija porasta micelija utvrđena je kod relativno male količine obadva ispitana ulja: $0,2 \mu\text{g ml}^{-1}$ zraka za ulje komorača i $0,2 \mu\text{g ml}^{-1}$ zraka za ulje origana (djelovanje isparavanjem). Kod kontaktne primjene ulja potrebne su veće količine eteričnih ulja. Tako je ulje origana potpuno inhibiralo porast micelija kod $1,6 \mu\text{g ml}^{-1}$ podloge, a ulje komorača kod $3,2 \mu\text{g ml}^{-1}$ podloge. Primjena ulja isparavanjem dala je značajno bolje rezultate i kada je ispitivan utjecaj na viabilnost sklerocija. Potpuna inhibicija klijavosti sklerocija utvrđena je kod primjene $1,2 \mu\text{g ml}^{-1}$ zraka za ulje komorača i kod $2,0 \mu\text{g ml}^{-1}$ zraka za ulje origana. Kod kontaktne primjene ulja potpuna inhibicija klijavosti sklerocija utvrđena je kod primjene $3,2 \mu\text{g ml}^{-1}$ podloge za obadva ulja. Morfološke promjene na hifama gljiva tretiranim eteričnim uljima bile su jednake bez obzira na primjenjenu dozu.

Eterična ulja dobivena iz sedam vrsta biljaka osušenih na zraku analizirana su plinskom kromatografijom i masenom spektrofotometrijom kako bi se utvrdio njihov kemijski sastav. Esencijalna ulja biljaka *Thymus vulgaris* (timijan), *Origanum vulgare* (origano) i *Origanum dictamnus* L. (mravinac) su bogata fenolnim spojevima te su ih sadržavala od 65,8 % (timijan), 71,1 % (origano) do 78,0 % (mravinac). Ulje *Origanum majorana* L. (mažuran) sastojalo se od ugljikovodika (42,1 %), alkohola (24,3 %) i fenola (14,2 %). Eterično ulje iz biljke *Lavandula angustifolia* Mill. (lavanda) je sadržavalo 58,8 % alkohola i 32,7 % estera. Eteri su dominirali u eteričnim uljima *Rosmarinus officinalis* L. (ružmarinu) i *Salvia fruticosa* Mill. (kadulja) i to od 88,95 i 78,0 %. Radijalan rast kolonija *Penicillium digitatum* i klijanje konidija inhibirala su eterična ulja origana, timijana, mravinca i mažurana i to u relativno niskim primjenjenim ($250\text{--}400 \mu\text{g ml}^{-1}$ podloge). Eterična ulja lavande, ružmarina i kadulje su imala manje fungistatičan učinak na rast micelija i klijanje konidija *P. digitatum*. Na stvaranje konidija ispitivane gljive gore navedena ulja nisu utjecala niti u količini do $1000 \mu\text{g ml}^{-1}$ podloge. Osim origana, sva eterična ulja su jače inhibirala klijanje konidija nego porast micelija (Daferera i sur., 2003.)

Eterična ulja sedam biljnih vrsta iz porodice *Labiatae* kemijski su analizirana putem GC-MS te je ispitana njihova fungistatična aktivnost protiv *Botrytis cinerea*. Među njima su *Origanum compactum* Benth. i *Thymus glandulosus* Req. koja su u potpunosti inhibirala rast micelija *B. cinerea*. Eterično ulje vrste *Mentha pulegium* L. je pokazala umjerenu fungistatičnu aktivnost budući da je inhibicija rasta micelija ispitivane gljiva iznosila 58,5 % (Bouchra C., i sur. 2003). Istraživana je i fungistatična aktivnost glavnih komponenti

ulja. Timol i karvakrol, koji su glavni sastojci ulja *Thymus glandulosus* i *Origanum compactum*, su imali najjačanju fungistatičnu aktivnost sa 100% -inhibicijom (Bakkali i sur., 2008.)

B. cinerea je polifagna i fakultativna fitopatogena gljiva. Najveći broj domaćina je u uvjetima umjerene klime (suncokret, soja, uljana repica, vinova loza, hmelj, grah, grašak, rajčica, paprika, mrkva, salata, luk, jagode, maline, kupine, brojni korovi). Intenzitet bolesti ovisi o osjetljivosti/tolerantnosti genotipova biljaka, količini inokuluma, količini oborina, relativnoj vlažnosti zraka i temperaturi. Infekcija se ostvaruje kroz oštećena tkiva na biljci, ali i kroz neoštećenu kutikulu i epidermu biljke. Zaraženo tkivo se razmekšava, lišće i peteljke venu, a stabljike se lako lome. Gljiva formira višestanični micelij sive boje na kojem se u uvjetima visoke vlage i u tami formiraju sivi dugi konidiofori s puno hijalinih, jednostaničnih konidija. Konidije se raznose vjetrom na veće udaljenosti i kliju u kapi vode ili pri vrlo visokoj relativnoj vlažnosti zraka (>90%) (slika 3). Na sivim prevlakama ponekad se stvaraju crne, nepravilne sklerocije veličine 1-2 mm. Karpogeno klijanje sklerocija u apotecije s askusima i askosporama je slabije poznato. Minimalna temperatura za razvoj parazita je 2-5°C, optimalna 20-25°C i maksimalna 39-41°C (Jurković i Ćosić, 2004).



Slika 3. Životni ciklus *B. cinerea* (<http://www.nicks.com.au/vintage-school/vintage-school-2-12-76.1417>)

Infekcija voštanog cvijeta (*Hoya carnosa* (L.f.) R.Br.) patogenom gljivom *Botrytis cinerea* može dovesti do vrlo jakog otpadanja latica cvijeta nakon sazrijevanja. U ovom su radu izneseni rezultati istraživanja fungistatičnih spojeva iz cvjetova i listova voštanog cvijeta. Utvrđeno je da u tkivu lišća ima manje antigljivičnih spojeva i aktivnosti nego u tkivu cvijeća. Tri fungistatična spoja pronađena su u tri sorte istraživanih voštanih cvjetova. Dva spoja su identificirana kao seskviterpen globulol i monoterpen grandinol. Najmanje dva neidentificirana fenola su također imala vrlo snažnu fungistatičnu aktivnost (Terry i sur. 2003.)

Pare iz ulja paprene metvice i njezine dvije dominantne komponente (mentol i menton) i slatkog bosiljka i njegove dvije dominantne komponente (linalol i eugenol) su u zatvorenom sustavu testirane protiv patogenih gljiva *Sclerotinia sclerotiorum* i *Rhizopus stolonifer*. Ove gljivice uzrokuju smanjenje kvalitete i trulež breskve tijekom trženja, otpreme i skladištenja. Eterična ulja, njihove dominantne komponente kao i mješavine dominantnih komponenti u različitim omjerima su spriječili porast gljivica na način koji ovisi o apliciranoj količini. Mentol je determiniran kao komponenta koja je odgovorna za antifungalne osobine eteričnog ulja paprene metvice, dok tijekom istraživanja menton nije pokazao nikakav učinak bez obzira na primijenjenu količinu. Kod ulja bosiljka linalol je pokazao umjerenu antigljivičnu aktivnost dok eugenol nije pokazao nikakvu antifungalnu aktivnost. Mješanje tih dviju komponenata u omjeru koji je sličan njihovoj koncentraciji u izvornom eteričnom ulju utvrđeno je značajno jače fungistatično djelovanje ulja bosiljka što je ukazivalo na izrazito sinergističko djelovanje (Edris i Farrag, 2003.)

Kemijska analiza eteričnog ulja gomolja ukrasne biljne vrste *Homalomena aromatica* (Spreng.) Schott pokazala je da 39 komponenti čine 96,9 % ukupnog ulja. Najzastupljenije komponente su linalol (62,1 %), slijedi ga terpinen-4-ol (17,2 %), alfa-terpineol (2,4 %), gama-terpinen (1,9 %), alfa kadinol (1,5 %), geraniol (1,4 %), nerol (1,4 %) i alfa-terpinen (1,0 %). Navedeno ulje imalo je vrlo dobar fungistatični učinak na gljive *Aspergillus niger* i *Fusarium graminearum*, kao i insekticidno djelovanje protiv bijelih termita (Singh i Kapoor, 2000.).

Plinskom kromatografijom i masenom spektrofotometrijom obavljena je kemijska analiza eteričnih ulja dobivenih iz listova pet biljnih vrsta iz roda *Betula* (*Betula pendula* Roth., *Betula browicziana* Guner, *Betula medwedewii* Regel, *Betula litwinowii* Doluch i *Betula recurvata* Vassil.) te njihov utjecaj na porast micelija nekih biljnih patogena. Sva ispitana

eterična ulja imala su jak antifungalni učinak protiv fitopatogenih gljiva *Cephalosporium aphidicola* Petch, *Fusarium solani* i *Rhizoctonia cerealis* (Daferera i sur., 2000.)

Protugljivične aktivnosti ulja iz *Salvia pomifera* ssp. *calycina* i njenih glavnih komponenti (alfa-tujon i beta-tujon) testirane su na šest fitopatogenih gljivičnih vrsta *Rhizoctonia solani* i *Sclerotinia sclerotiorum*. Ulje je pokazalo vrlo dobar fungistatični učinak pri koncentraciji od 1000 µL na *R.solani* i *S.sclerotiorum*, dok je njegova oksigenirana frakcija pokazala fungicidnu aktivnost pri 2000 odnosno 1000 µL/L. Ugljičnovodična frakcija je imala slabi učinak na testirane organizme. Oksigenirani monoterpeni, alfa-i beta-tujoni, pokazali su umjereni fungistatički učinak na *R. solani* i *S. sclerotiorum*, dok je njihova inhibirajuća aktivnost bila slaba na *Verticillium dahliae* i testirane vrste *Fusarium* (Pitarokili i sur., 2002.).

U radu Reddy i sur. (1998.) obavljena je kemijska analiza eteričnih ulja dobivenih iz dvaju biotipova biljne vrste *Thymus vulgaris* te je testirana njihova antifungalna aktivnost. Utvrđen je visok sadržaj p-cimena, linalola, terpinen 4-ola i timola u eteričnim uljima obadva biotipa *T. vulgaris*. Eterična ulja imala su vrlo dobro fungistatično djelovanje na gljive *Botrytis cinerea* i *Rhizopus stolonifer*, dvaju uobičajenih patogena tijekom skladištenja jagoda. Ulje biotipa 1 inhibiralo je porast micelija *B. cinerea* za 26,5 % (50 ppm) odnosno 63,5 % (200 ppm), a porast micelija *R. stolonifer* za 5,5 % (50 ppm) i 50,5% (200 ppm). Ulje biotipa 2 inhibiralo je porast micelija *B. cinerea* za 36,9 odnosno 90,5 % a porast micelija *R. stolonifer* za 11,5 i 65,8 %. Propadanje plodova jagode bilo je smanjeno za 73,6 (*B. cinerea*) odnosno 73,0 % (*R. stolonifer*) (ulje biotipa 1) te za 75,8 (*B. cinerea*) i 74,8 % (*R. stolonifer*) (ulje biotipa 2). Tijekom perioda istraživanja nisu uočeni nikakvi simptomi fitotoksičnosti primjenjenih eteričnih ulja.

4. Zaključak

Brojna istraživanja su pokazala da mnoga eterična ulja i njihovi spojevi inhibiraju rast micelija i klijavost propagativnih i trajnih spora mnogih fitopatogenih gljiva, a također mogu utjecati na smanjenje produkcije mikotoksina.

Rezultati istraživanja antifungalnog djelovanja pokazala su da je u velikom broju slučajeva antifungalni učinak ulja veći u odnosu na antifungalni učinak pojedinih dominantnih komponenti ulja što znači da komponente djeluju sinergistički.

Antifungalni učinak ulja u *in vitro* uvjetima također je u velikom broju slučajeva statistički značajno drugačiji u odnosu na rezultate istraživanja u *in vivo* uvjetima.

5. Literatura

1. Al-Burtamani SKS, Fatope, MO., Marwah, RG., Onifade, AK., AlSaidi, S.H. (2005.): Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of the essential oil of *Haplophyllum tuberculatum* from Oman. *J Ethnopharmacology*, 96:107–112.
2. Alvarez –Castellanos, PP., Bishop, CD., Pascual, M. (2001.): Antifungal activity of the essential oil of flowerheads of garland chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium*) against agricultural pathogens. *J Phytochemistry*, 57(1):99-102.
3. Amvam Zollo, P.H., Biyiti, L., Tchoumboungang, T., Menut, C., Lamaty, G., Bouchet, Ph. (1998.): Aromatic Plants of Tropical Central Africa. Part XXXII. Chemical Composition and Antifungal Activity of Thirteen Essential Oils from Aromatic Plants of Cameroon, *Flavour and Fragrance Journal*, 13: 107:114.
4. Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M., (2008.): Biological effects of essential oils. *Rev. Food Chem. Toxicol.* 46, 446–475.
5. Barkley, TM., Brouillet, L., Strother, JL. (2006): Magnoliophyta: Asteridae: Asteraceae, part 1 Vol. 19, part 2 Vol. 20, and part 3 Vol. 21. In *Flora of North America* Editorial Committee of Mexico.
6. Bennet, J.W., Klich, M. (2003.): Mycotoxins, *Clinical Microbiology Reviews*, 16(3): 497-516.
7. Boland, G.J, Hall, R. (1994.): Index of plant hosts of *sclerotinia sclerotiorum* *Can. Journal Plant Pathology* .16: 93-108.
8. Botelho, NL.,Fernanda, CS., Sara, MC., Virginia, MS., Deila, MS., Luis, RB. (2012.): Evaluation of antifungal activity of essential oils against potentially mycotoxigenic *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. *Brazilian Journal Pharmaceutical*. 22(5): 1002- 1010.
9. Bouchra, C., Achouri, M., Idrissi, HLM., Hmamouchi, M., (2003.): Chemical composition and antifungal activity of essential oils of seven Moroccan Labiatae against *Botrytis cinerea* Pers: Fr. *Journal Ethnopharmacology*. 89:165-169.
10. Burt, S. (2004.) : Essential oils their antibacterial properties and potential applications in foods review, *International Journal of Food Microbiology*, 223–253.

11. Cardwell, K.F., Dongo, L. (1994.): Effect of extracts from nine plant species found in Africa on the mycelial growth of *Aspergillus flavus* Link, Proc. of 6th IWCSP, Canberra, Australia, 978-980.
12. Coley-Smith, J.R., Cooke, R.C. (1971.): Survival and germination of fungal sclerotia. Annual Review of Phytopathology, 9: 65-92.
13. Ćosić, J., Vrandečić, K., Postić, J., Jurković, D., Ravlić, M. (2010.): In Vitro Antifungal Activity of Essential Oils on Growth of Phytopathogenic Fungi, Poljoprivreda, 16(2): 25-28.
14. Daferera, DJ., Ziogas BN., Polissiou MG. (2003.): The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Crop Prot., 22: 39-44.
15. Daferera, DJ., Ziogas, BN., Polissiou, MG. (2000.): Analysis of essential oil from some Greek aromatic plants and toxicity fungus *Penicillium digitatum* on Théit. Journal of Agricultural Food Chemistry, 48(6):2576-2581.
16. Dawar, S., Abbas, S., Tariq, M., Zaki, M.J. (2008.): In vitro fungicidal activity of species against root infesting fungi, Pak. J. Bot., 40(1): 433-438.
17. Demirci, B., Baser, KHC., Tabanca, N., Wedge, DE. (2006.): Antifungal activity of *Haplopappus greenei* essential oil towards phytopathogenic *Colletotrichum* species. Journal Agric Food Chemistry. 54:3146–3150 9.
18. Edris, A.E., Farrag, E.S. (2003.): Antifungal Activity of Peppermint and Sweet Basil Essential Oils and Their Major Aroma Constituents on Some Plant Pathogenic fungi from the Vapor Phase. Die Nahrung, 47, 117-121.
19. El-Nahhal, Y., (2004.): Contamination and safety status of plant food in Arab countries, Journal Appl. Sci., 4: 411-417.
20. Farshbaf, Moghadam, M., Omid, Beygi, R., Pourbaig, M.V.M., Ghaemi, A. (2004.): Composition and antifungal activity of peppermint (*Mentha piperita*) essential oil, Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 3(Suppl.2): 68-69.
21. Giordani, R., Regli, P., Kaloustian, J., Mikail, C., Abou, L., Portugal, H. (2004.): Antifungal effect of various essential oils against *Candida albicans*. Potentiation of

antifungal action of amphotericin B by essential oil from *Thymus vulgaris*. *Phytother Res.*, 18(12): 990-5.

22. Greenhalgh, R., Neish, G.A., Miller, J.D. (1983.): Deoxynivalenol, Acetyl Deoxynivalenol, and Zearalenone Formation by Canadian Isolates of *Fusarium graminearum* on Solid Substrates, *Applied and Environmental Microbiology*, 46(3): 625-629.

23. Harris, R. (2002.): Progress with superficial mycoses using essential oils, *International Journal of Aromatherapy*, 12: 83-91.

24. Huang, Y., Zhao, J., Zhou, L., Wang, J., Gong, Y., Chen, X., Guo, Z., Wang, Q., Jiang, W. (2010.): Antifungal Activity of the Essential Oil of *Illicium verum* Fruit and Its Main Component trans-Anethole, *Molecules*, 15: 7558-7569.

25. Isman, M.B. (2000.): Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection.*, 19: 603–608.

26. Iacobellis, N.S., Lo Cantore, P., Capasso, F., Senatore, F. (2005.): Antibacterial Activity of *Cuminum cyminum* L. and *Carum carvi* L. Essential Oils, *J. Agric. Food Chem.*, 53(1): 57-61.

27. Jurković, D., Ćosić, J. (2004): Bolesti suncokreta u knjizi: Vratarić, M. i sur.: *Suncokret Helianthus annuus* L. Poljoprivredni institut Osijek, 283-329

28. Jurković, D., Culek, M. (1997.): *Abutilon Theophrasti* Medik.- a new for *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary in Croatia. *Acta phytopathologica et entomologica Hungarica* 32(3/4): 307-312.

29. Kalembe, D., Kunicka, A. (2003.): Antibacterial and antifungal properties of essential oils, *Current Medicinal Chemistry* 10, 813-829.

30. Kishore, G.K., Pande, S. (2004.): Natural fungicides for management of phytopathogenic fungi. *Annu. Rev. Plant Pathology.*, 3: 331-356.

31. Kosalec, I., Pepeljnjak, S., Kuštrak, D. (2005.): Antifungal activity of fluid extract and essential oil from anise fruit (*Pimpinella anisum* L., Apiaceae), *Acta Pharm.*, 55: 377-385.

32. Kohl, J., Fokkema, N.J., (1998): Biological control of *Botrytis cinerea* by suppression of sporulation. Brighton Crop Prot. Conf. - Pests i Diseases 7C:681-686.
33. Krauze-Baranowska, M., Mardarowicz, M., Wiwart, M., Pobłocka, L., Dynowska, M. (2002.): Antifungal Activity of the Essential Oils from Some Species of the Genus *Pinus*, Z. Naturforsch., 57c: 478-482.
34. Kumar, R., Kumar Mishra, A., Dubey, N.K., Tripathi, Y.B. (2007.): Evaluation of *Chenopodium ambrosioides* Oil as a Potential Source of Antifungal, Antiaflatoxicogenic and Antioxidant Activity, Int Journal Food Microbiology., 115(2): 159-164.
35. Kumar, R., Dubey, N.K., Tiwari, O.P., Tripathi, Y.B., Sinha, K.K. (2007.): Evaluation of Some Essential Oils as Botanical Fungitoxicans for the Protection of Stored Food Commodities from Fungal Infestation, Journal of the Science of Food and Agriculture, 87(9): 173.
36. Lee, S.O., Choi, G.J., Jang, K.S., Lim, H.K., Cho, K.Y., Kim, J.C. (2007.): Antifungal Activity of Five Essential Oils as Fumigant Against Postharvest and Soilborne Plant Pathogenic Fungi, Plant Pathology J., 23(2): 97-102 7-1742.
37. Marín, S., Velluti, A., Ramos, A.J., Sanchis, V. (2004.): Effect of essential oils on zearalenone and deoxynivalenol production by *Fusarium graminearum* in non-sterilized maize grain, Food Microbiology, 21: 313-318.
38. Marino, M., Bersani, C., Comi, G. (1999.). Antimicrobial activity of the essential oils of *Thymus vulgaris* L. Measured using a Bioimpedometric Method. Journal of Food Protection. 975-1096.
39. Nazzaro, F., Fratianni, F., De Martino, L., Coppola, R., De Feo, V. (2013.): Effect of Essential Oils on Pathogenic Bacteria. Pharmaceuticals, 1451-1474.
40. Nelson, P.E., Plattner, R.D., Shackelford, D.D., Desjardins, A.E. (1992.): Fumonisin B1 Production by *Fusarium* Species other than *F. moniliforme* in Section *Liseola* and by Some Related Species, Applied and Environmental Microbiology, 58(3): 984-989.
41. Nevarez, G.V., Portillo, M.C., Viramontes, S., Muñoz, L.N., Gastelum, M.G. (2005.): Antifungal activity of Mexican oregano (*Lippia berlandieri* Shauer.). Journal of Food Protection. 68(12):2713-7.

42. Nurhayat, T., Betul, D., Sara, LC., Kemal, HB., David, EW. (2007.): Chemical Composition and Antifungal Activity of *Arnica longifolia*, *Aster hesperius*, and *Chrysothamnus nauseosus* Essential Oils. *Journal Agric Food Chemistry*. 55:8430–8435.
43. Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L., Lacroix, M. (2007.): Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: E. *Food Control*. 18:414–420.
44. Özcan, M.M., Chalchat, J.C. (2006.): Chemical composition and antifungal effect of anise (*Pimpinella anisum* L.) fruit oil at ripening stage, *Annals of Microbiology*, 56(4): 353-358.
45. Panjehkeh, N., Jahani, H.Z. (2011.): Inhibitory effects of essential oils of medicinal plants from growth of plant pathogenic fungi. *Commun Agric Appl Biol Sci*. 76(4):705-14.
46. Paster, N., Menasherov, M., Ravid, U., Juven, B. (1995.): Antifungal activity of oregano and thyme essential oils applied as fumigants against fungi attacking stored grain, *Journal Food Protectet.*, 58: 81-85.
- 47 Patker, KL., Usha, CM., Shetty, SH., Paster, N., Lacey, J., (1993.): Effect of spice oils on growth and aflatoxin B1 production by *Aspergillus flavus*. *Lett Appl Microbiology* 17: 49-51.
48. Pérez-Sánchez, R., Infante, F., Gálvez, C., Uebera, J.L. (2007.): Fungitoxic Activity Against Phytopathogenic Fungi and the Chemical Composition of *Thymus zygis* Essential Oils, *Food Science and Technology International*, 13(5): 341-347
49. Pinto, E., Vale-Silva, L., Cavaleiro, C., Salgueiro, L. (2009.): Antifungal activity of the clove essential oil from *Syzygium aromaticum* (*Eugenia caryophyllus*) on *Candida*, *Aspergillus* and dermatophyte species, *Journal Med Microbiol*, 58: 1454-1462
50. Pitarokili, D., Tzakou, O., Kalamarakis, A. (2002.): Active essential oils from *Salvia Pomifera* L. *calycina* hayek, against pathogens carried by ground. *Journal of Essential Oil Research*. 14(1):72-75.
51. Pitarokili, D., Tzakou, O., Loukis, A., C, Harvala (2003.): Volatile metabolites from *Salvia fruticosa* as antifungal agents in soilborne pathogens. *Journal Agric. Food Chem.*, 51, 3294-3301.

52. Ravlić, M. (2011.): Utjecaj eteričnih ulja na porast važnijih fitopatogenih gljiva. Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet Osijek
53. Reddy, MVB., Angers, P., Gosselin, A., Arul, J. (1998.): Characterization and use of essential oil of *Thymus vulgaris*, against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifera* for strawberry. *Phytochemistry*. 47(8):1515-1520.
54. Sahin, F., Daferera, D., Sökmen, A., Sökmen, M., Polissiou, M., Agar, G., Özer, H., (2004.): Biological activities of the essential oils and methanol extract of *Origanum vulgare* spp. *vulgare* in the Eastern Anatolia region of Turkey. *Food Control* 15, 549-557.
55. Salmeron, J., Pizo, R.. (1991.): Efecto de la canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y el clavo *Eugenia caryophyllus*, sobre el crecimiento y toxigenesis de *Aspergillus* gr. *Flavus*, *Microbiol Aliment Nutr*. 9: 83-87.
56. Sharma, N., Tripathi, A. (2006.): Fungitoxicity of the Essential oil *Citrus sinensis* on postharvest pathogens. *World Journal Microbiology Biotechnol*, 22: 587-593.
57. Shephard, G.S., Marasas, W.F.O., Leggot, N.L., Yazdanpanah, H., Rahimian, H., Safavi, N. (2000.): Natural occurrence of fumosins in corn from Iran, *J. Agric. Food Chem.*, 48: 1860-1864.
58. Silva, C., Gutierrez, B., Weisheimer, S.S., Schapoval, E.E.S. (2008.): Antifungal Activity of the Lemongrass Oil and Citral Against *Candida* spp., *Braz J Infec Dis*, 12(1): 63-66.
59. Singh, G., Maurya, S., de Lampasona, M.P., Catalan, C. (2006.): Chemical constituents, antifungal and antioxidative potential of *Foeniculum vulgare* volatile oil and its acetone extract, *Food Control*, 17: 745-752.
60. Singh, G., Kapoor, IPS., Singh, OP., Prasad, YR. Klinkby, N. (2000.): Research on essential oils, composition antifungal and insecticidal activity of volatile oil tubers *Jlomalomena aromatica* Schott. *Flavour i Fragrance Journal*. 15(4):278-280.
61. Sivropoulou, A., Papanikolaou, E., Nikolaou, C., Kokkini, S., Lanaras, T., Arsenakis M. (1996.): Antimicrobial and Cytotoxic Activities of *Origanum* Essential Oils; *Journal Agriculture Food Chemistry*, 44(5):1202-1205.

62. Soylu, SB., Sade, A., Topal, N., Akgun, N., Gezgin S. (2005): Responses of irrigated durum and bread wheat cultivars to boron application in low boron calcareous soil. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 29: 275-286.
63. Soylu, S., Yigitbas, H., Soylu, E.M., Kurt, S. (2007.): Antifungal effect of essential oils from oregano and fennel on *Sclerotinia sclerotiorum*. *Journal of Applied Microbiology*, 103(4):1021-1030.
64. Staub, T. (1991.): Fungicide resistance: practical experience with antiresistance strategies and the role of integrated use, *Annu. Rev. Phytopathol.*, 29: 421-442
65. Suhr, K.I., Nielsen, P.V. (2003.): Antifungal activity of essential oils evaluated by two different application techniques against rye bread spoilage fungi, *Journal of Applied Microbiology*, 94(4): 665-674.
66. Terry, LA., Joyce, DC., Khambay, BPS., (2003.): Antifungal compounds in the tissues of wax flower Geraldton, *Australasian Plant Pathology*. 32(3):411-420.
67. Unlu, M., Ergene, E., Unlu, G., Sivas, ZH., Vural, N., (2010): Composition, antimicrobial activity and in vitro cytotoxicity of essential oil from *Cinnamomum zeylanicum* Blume Lauraceae, *Journal Food and Chemical Toxicology*, 48(11):3274-3280.
68. Velluti, A., Sanchis, V., Ramos, A.J., Turon, C., Marín, S. (2004.): Impact of essential oils on growth rate, zearalenone and deoxynivalenol production by *Fusarium graminearum* under different temperature and water activity conditions in maize grain, *Journal of Applied Microbiology*, 96: 716-724.
69. Velluti, A., Sanchis, V., Ramos, A.J., Marín, S. (2004.): Effects of essential oils of cinnamon, clove, lemongrass, oregano and palmarosa on growth and fumonisin B1 production by *Fusarium verticillioides* in maize grain, *Journal of the Science Food and Agriculture*, 84(10): 1141-1146.
70. Viljoen, AM., Subramoney, S., Van,VSF., Baser, KHC., Demicri, B., (2005): The composition, geographical variation and antimicrobial activity of *Lippia javanica*. *Verbenaceae* leaf essential oils, *Journal Ethnopharmacology*. 96:271–277.

71. Wilkins, K.M., Board, R.G. (1989.): Natural antimicrobial systems, U: Mechanisms of Action of Food Preservation Procedures, Gould, G.W. (ur.), Elsevier, London.
72. Wilson, C.L., Solar, J.M., El Ghaouth, A., Wisniewski, M.E. (1997.): Rapid Evaluation of Plant Extracts and Essential Oils for antifungal Activity Against *Botrytis cinerea*, Plant disease, 81(2): 204-210
73. Yang, V.W., Clausen, C.A. (2007.): Antifungal effect of essential oils on southern yellow pine, International Biodeterioration & Biodegradation, 59: 302-306.
74. Zambonelli, A., Zechini D'Aulerio, A., Bianchi, A., Albasini, A. (1996.): Effects of Essential Oils on Phytopathogenic Fungi In Vitro, Journal of Phytopathology, 144: 491-494.
75. Zhou, T., Boland, G.J. Kuykendall, L.D., Marcell, D. (1998.): Biological control strategies for Sclerotinia Diseases, plant-microbe interactions and biological control. New York, 127-156.

6. Sažetak

U radu su prikazani rezultati istraživanja utjecaja eteričnih ulja na razvoj fitopatogenih gljiva. Rad se temelji na istraživanju znanstvenih radova na odabranu temu. Sva eterična ulja pokazala su određen utjecaj na porast micelija svih gljiva, bilo da su ga inhibirali ili pozitivno utjecali na njegov rast. Brojni autori utvrdili su djelovanje eteričnih ulja na porast micelija različitih fitopatogenih gljiva, bilo da ono djeluje antifungalno ili promovira rast micelija gljive. Skorašnja istraživanja u nekoliko zemalja potvrđuju da određena biljna esencijalna ulja ne samo što odbijaju kukce, već djeluju i kontaktno i fumigantno insekticidno protiv određenih štetočina, kao i da fungicidno djeluju protiv nekih istaknutih biljnih patogena. Također, esencijalna ulja posjeduju antigljivično djelovanje bez nuspojava za ljude i životinje.

Ključne riječi: eterična ulja, inhibicija, fitopatogene gljive, porast micelija

7. Summary

The paper presents the scientific results of influence of essential oils on the development of plant-pathogenic fungi. The paper is based on scientific papers on the topic. All essential oils have shown a definite impact on the growth of the mycelium of the fungus, whether it has inhibited or positively affected its growth. A number of authors have determined the effect of essential oils on the mycelial growth of different plant-pathogenic fungi, whether it is antifungal or promotes the growth of mycelia. Recent studies in several countries confirm that certain plant essential oils not only reject insects, acts as insecticide and fumigation against certain pests, as well as a fungicidal activity against certain prominent plant pathogens. Also, essential oils have antifungal activity with no side effects for humans and animals.

Keywords: essential oils, inhibition, plant-pathogenic fungi, increase of mycelium

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

**Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera u Osijeku
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Bilinogojstvo, Zaštita bilja**

Diplomski rad

Utjecaj eteričnih ulja na razvoj fitopatogenih gljiva

Maja Špoljarić

Sažetak

U radu su prikazani rezultati istraživanja utjecaja eteričnih ulja na razvoj fitopatogenih gljiva. Rad se temelji na istraživanju znanstvenih radova na odabranu temu. Sva eterična ulja pokazala su određen utjecaj na porast micelija svih gljiva, bilo da su ga inhibirali ili pozitivno utjecali na njegov rast. Brojni autori utvrdili su djelovanje eteričnih ulja na porast micelija različitih fitopatogenih gljiva, bilo da ono djeluje antifungalno ili promovira rast micelija gljive. Skorašnja istraživanja u nekoliko zemalja potvrđuju da određena biljna esencijalna ulja ne samo što odbijaju kukce, već djeluju i kontaktno i fumigantno insekticidno protiv određenih štetočina, kao i da fungicidno djeluju protiv nekih istaknutih biljnih patogena. Također, esencijalna ulja posjeduju antigljivično djelovanje bez nuspojava za ljude i životinje.

Rad je izrađen pri: Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Mentor: Prof.dr.sc. Jasenka Ćosić

Broj stranica: 32

Broj grafikona i slika: 3

Broj literaturnih navoda: 75

Broj priloga: 0

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: eterična ulja, inhibicija, fitopatogene gljive, porast micelija

Datum obrane:

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. Prof.dr.sc. Karolina Vrandečić, predsjednik
2. Prof.dr.sc. Jasenka Ćosić, mentor
3. Prof.dr.sc. Vlatka Rozman, član

Rad je pohranjen u:

Knjižnica Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, kralja Petra Svačića.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agriculture in Osijek
Plant production, Plant protection

Graduate thesis

The effect of essential oils on the development of plant pathogenic fungi

Maja Špoljarić

Short abstract:

The paper presents the scientific results of influence of essential oils on the development of plant-pathogenic fungi. The paper is based on scientific papers on the topic. All essential oils have shown a definite impact on the growth of the mycelium of the fungus, whether it has inhibited or positively affected its growth. A number of authors have determined the effect of essential oils on the mycelial growth of different plant-pathogenic fungi, whether it is antifungal or promotes the growth of mycelia. Studies in several countries confirm that certain plant essential oils not only reject insects, acts as insecticide and fumigation against certain pests, as well as a fungicidal activity against certain prominent plant pathogens. Also, essential oils have antifungal activity with no side effects for humans and animals.

Thesis performed at: Faculty of Agriculture in Osijek

Supervisor: prof. Jasenka Ćosić, Ph. D.

Number of pages: 32

Number of figures: 3

Number of tables: 0

Number of references: 75

Original in: Croatian

Key words: essential oils , inhibition , pathogenic fungi , increase mycelium.

Date of thesis defence:

Reviewers:

1. prof. Karolina Vrandečić, Ph. D.
2. prof. Jasenka Ćosić, Ph.D
3. prof. Vlatka Rozman, Ph. D.

Thesis deposited at:

Library, Faculty of Agriculture ,University of Josip Juraj Strossmayer of Osijek, Kralja Petra Svačića 1 d.